

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg - Universität Mainz

KLINISCH-EXPERIMENTELLER VERGLEICH VON SECHS VER-
SCHIEDENEN ELEKTRISCHEN MARKENZAHNBÜRSTEN MIT HIL-
FE DER PLAQUEANFÄRBUNG

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, den
Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Boye C l a u s s e n
aus Flaberg (Oberberg. Kr.)

Mainz 1974



Fachbereichsdekan : Professor Dr. K. Fuhr

Referent : Professor Dr. Dr. W. Kettenl

Korreferent : Professor Dr. A. Fesseler

Tag der mündlichen Prüfung : 14. 5. 1975

Meinen Freunden

Vera von Z a s t r o w

und

Ehepaar Dr. med. S t r e c k e r

gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554415_0006

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Problemstellung	Seite	2
1.1.	Plaque und andere Zahnbeläge	"	2
1.2.	Die Mundhygiene	"	6
1.3.	Die Zahnbürste	"	6
1.4.	Die Zahnputztechnik	"	9
1.5.	Die elektrische Zahnbürste	"	12
1.6.	Aufgabenstellung	"	16
2.	Eigene Untersuchungen	"	17
2.1.	Material und Methoden	"	17
2.2.	Elektrische Testzahnbürsten	"	17
2.3.	Probanden	"	18
2.4.	Hilfsmittel	"	18
2.5.	Versuchsordnung	"	19
2.6.	Untersuchungsmethode	"	23
2.7.	Statistik und Ergebnisse	"	24
2.8.	Diskussion	"	30
2.9.	Zusammenfassung	"	36
3.	Anhang	"	37
3.1.	Verzeichnis der Abbildungen	"	37
3.2.	Tabellen	"	37
3.3.	Literaturverzeichnis	"	51

1. Einleitung und Problemstellung

Die steigende Zahl von Karies- und Parodontalerkrankungen macht alle Beiträge zur Verbesserung der Mundhygiene als wirksame Prophylaxe immer bedeutungsvoller (13).

1.1. Die Plaque und andere Zahnbeläge:

Der Zahnbelag, insbesondere die Plaque, gehört zu den wichtigsten ätiologischen Faktoren für die Entstehung von Karies (29; 14) und Parodontopathien (9; 28).

Lehnert (24) führt in einer allgemeinen Literaturübersicht die unterschiedlichen Ansichten über die Terminologie der Deckschichten des Zahnes auf und gibt zusammenfassend folgende begriffliche Einteilung:

- 1) Das Schmelzoberhäutchen, es ist embrionalen Ursprungs aus Resten des inneren und äußeren Schmelzepithels (= prim. SOH).
- 2) Die Mukoproteidschicht, ein aus Speichelniederschlägen posteruptiv erworbenes Schmelzoberhäutchen (= sekund. SOH).
- 3) Die Plaque, eine festhaftende Mukoproteidschicht mit aktiven Mikroorganismen unter Beimengung von Nährsubstraten.
- 4) Der weiche Belag, eine leicht abwischbare unstrukturierte Masse aus Nahrungsresten, Bakterien, Epithelien und Leukozyten.

Das primäre und sekundäre Schmelzoberhäutchen sind körpereigene Schutzschichten der Zahnkronen und sehr

widerstandsfähig gegen chemische (42) und mechanische (22) Insulte.

Schädlich für Zahn und Zahnhalteapparat sind die exogenen posteruptiven Ablagerungen, in denen sich nun eine rege Bakterienflora ansiedeln kann. Hierbei steht der Zuckerstoffwechsel der Streptokokken im Zentrum der Kariespathogenese (20). Die Abb. 1 zeigt eine Aufstellung der exogenen posteruptiven Zahnbeläge nach Riethe (8), ohne Berücksichtigung des Schmelzoberhäutchens, in der weitere Einzelheiten über die schädlichen Zahnbeläge zusammengestellt sind.

In der Entstehung von Zahnbelägen sind die Auffassungen in der Literatur uneinheitlich (45). Das Schmelzoberhäutchen bildet sich nach jeder Abrasion der Zähne neu (6), wahrscheinlich als Speichelniederschlag. Auf ihr lagern sich *Materia alba* und *food debrees* ab, die abspülbar bleiben (28). Der festhaftende Belag *Plaque* bildet sich nach Riethe (32) unter Bakterieneinfluß in drei Phasen über einen Zeitraum von 4 - 9 Tagen (siehe auch Seite 23 in dieser Arbeit) und verbindet sich strukturell mit dem Schmelzoberhäutchen. Eine histologische Trennung der Schichten ist dann nicht mehr möglich (6).

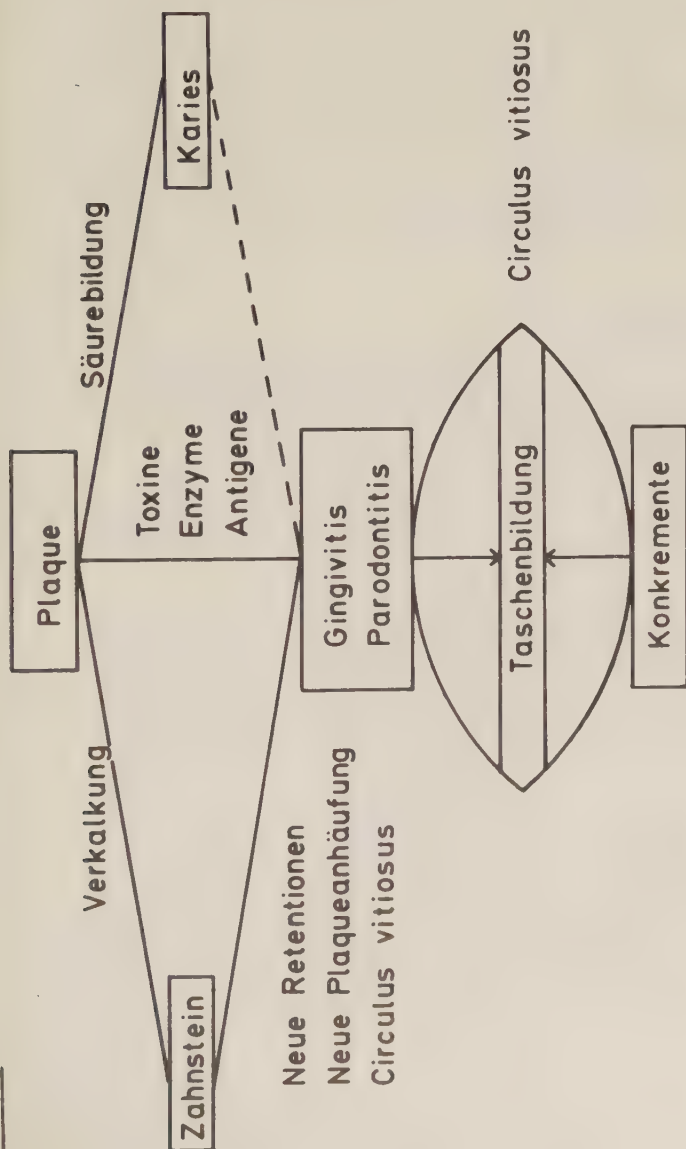
Der Zahnstein lagert sich bevorzugt in Nähe der Speicheldrüsenausführungsgänge ab und hängt von der Speichelzusammensetzung sowie vom Vorhandensein der Matrixmoleküle als Kristallisationskerne ab (28). Daneben können Konkremente überall auf Wurzeloberflächen entstehen, aber erst wenn vorher durch Parodontopathien Zahnfleischtaschen entstanden sind (28). Die weichen Beläge und die Plaques bilden sich bevorzugt in habituell unsauberen Zonen des Gebisses, Retentionsnischen, Approximalräume und im marginalen Bereich. Auch dieser Vorgang wird stark von der Speichelzusammensetzung, vom Biotyp der Mundhöhle (6) und der Nahrungsart (23) beeinflusst.

Abb. 1:

Exogene postoperative Ablagerungen ohne Berücksichtigung des "Schmelzoberhäutchens",
nach Riethe (32).

<u>Klassifikation</u>	<u>Bezeichnung</u>	<u>Definition</u>
Zellulär (unverkalkt)	(Plaques	(Fest haftender, histologisch strukturierter
	(	(Belag von lebenden und abgestorbenen Mikro-
	(	(organismen in eine polysaccharid- und glyko-
	(	(proteinreichen Matrix, Produkt mikrobieller
	(	(Vermehrung und Stoffwechselaktivität. Von
	(	(chromogenen Mikroorganismen angefärbt?
Zellulär (verkalkt)	(	(Lose, weiß-gelbliche, nicht strukturierte
	(	(Ablagerung von Mikroorganismen, abgestoße-
	(	(nen Epithel- und Blutzellen.
	(	(Produkt zufälliger Anhäufung.
	(	(Mineralisierte Plaques aus Calciumphosphaten
	(	(Hydroxylapatit, Brushit, Whitlockit und Octa-
Zellulär (verkalkt)	(Supragingiv.	(calcium-phosphat).
	(Zahnstein	(Mäßig harte Ablagerung
	(	(
	(Subgingiv.	(Organische Matrix von Mikroorganismen und inter-
	(Zahnstein	(mikrobieller Matrix, durchsetzt mit verschiede-
	((Kronkremamente)	(denen Calciumphosphat-Kristallen.
Nahrungsrückstände " food debris "	(	(Sehr hart.
	(	(Frisch angesetzte Speisereste mit Mikroorganis-
		men durchsetzt.

Die zentrale Bedeutung der Zahnbeläge und die Folgen für das Gebiß kann aus der Abb. 2^e ersehen werden (39).



Beziehungen zwischen Plaques, Zahnstein und Konkrementen und Parodontalerkrankungen und Karies nach Schroeder, Schnait und Mühlemann (39).

1.2. Die Mundhygiene:

Zur Plaqueverhinderung und Plaquebeseitigung weisen die meisten Autoren auf die Unentbehrlichkeit einer gründlichen Mundhygiene hin (2; 13; 33; 37; 45). Ketterl (17) sieht das Zahnkaries- und Parodontitisproblem weitgehend durch totale Plaqueentfernung gelöst. Aber er bezweifelt, daß das Kollektiv jemals zu einer so strengen Mundhygiene zu erziehen ist. In großer Majorität sind die Befürworter der Zahnbürste als notwendiges therapeutisches Mittel für die tägliche Mundhygiene (26).

1.3. Die Zahnbürste:

Die Zahnreinigung und Zahnfleischmassage kann optimal kombiniert werden, wenn die Zahnbürste zweckmäßig konstruiert worden ist und richtig angewendet wird (Riethe 33). Aber die meisten Handzahnbürsten sind nach Sauerwein (37) und Mees (26) schlecht konstruiert und daher für die optimale Mundhygiene unbrauchbar. Riethe (33) stellt an die Zahnbürste folgende Forderungen:

Form, Größe und Beschaffenheit müssen uneingeschränkt den Erfordernissen der Nützlichkeit, Wirksamkeit und Reinlichkeit entsprechen, leicht und wirksam bedienbar, rasch zu säubern, sowie der Luft auszusetzen sein.

Ketterl und Mees (26) stellten nach Durchsicht der Fachliteratur für die Handzahnbürste eine Spezifikation auf, die in Abb. 3 zusammengestellt ist. Von den Borsten, die die eigentliche Wirkung im Munde erzielen müssen, sind die von Ketterl und Mees (26) gewünschten Eigenschaften in Abb. 4 zusammengefaßt.

Abb. 3: Spezifikation der Handzahnbürste, nach Mees. (26)

1. Gesamtlänge

15 $\pm$ 1 cm (Erwachsene)
13 cm (Kinder)

2. Handgriff

Länge : ca. 12 cm
Breite : ca. 1 cm
-Form : entweder gerade oder abgewinkelt, so daß das Borstenfeld auf der Höhe des Griffes liegt.

3. Bürstenkopf

Breite : 11,4 $\pm$ 1 mm (Erwachsene)
Breite : ca. 7 mm (Kinder)
Länge : 27,5 $\pm$ 2,5 mm (Erwachsene)
Länge : max. 25 mm (Kinder)

4. Borstenfeld

Länge : 25 - 30 mm (Erwachsene)
Länge : 18 - 25 mm (Kinder)
Anzahl der Längsreihen : 7 $\pm$ 1
Anzahl der Querreihen : 2, max. 3
Abstand der Bündel : a) parallel 2 - 3 mm oder
b) gegeneinander geneigt
Profil : gerade, plan parallel zur Fläche des Bürstenkopfes

5. Borsten

Material : synthetisch
chemisch indifferent
nicht hygroskopisch
max. Absorption 2 - 3 %
homogene Kunstfaser, elastisch
nicht spaltbar
max. Eigenhärte : 4,5 nach Mohs'scher Skala
runder Querschnitt
Borstenende : halbsphärisch finiert oder wenigstens so weit finiert, daß alle scharfen Punkte und rauhen Kanten beseitigt sind
Härtegrad : mittelhart, in besonderen Fällen weich
weich : 0,21 $\pm$ 0,04 mm
mittel : 0,265 $\pm$ 0,025 mm
hart : 0,322 $\pm$ 0,008 mm
Borstenlänge : ca. 10 $\pm$ 1 mm (Erwachsene)
ca. 8 $\pm$ 1 mm (Kinder)
Borstenzahl : weich : ca. 1300 Borsten
mittel : ca. 800 Borsten
hart : ca. 200 Borsten

Abb. 4:

Forderungen, die allgemein an die Borsten gestellt werden, nach Mees (26):

1. Die Borsten müssen aus synthetischem Material bestehen. Dieses Material darf nicht hygroskopisch sein. (maximal mögliche H_2O - Aufnahme 2 - 3 %)
2. Naturborsten sind nachteilig und abzulehnen.
3. Die Kunstfaser muß homogen sein, elastisch und nicht spaltbar.
4. Die Eigenhärte des Fasermaterials darf nicht größer sein als 4,5 nach der Mohs'schen Skala.
5. Das Material muß gegen alle in Zahnpasta und Mundwasser enthaltenen Medikamente und Chemikalien indifferent sein.
6. Jede Borste muß im Querschnitt rund sein.
7. Der Härtegrad sollte nach individuellen Gesichtspunkten ausgesucht werden. Zu verwerfen ist die extra-harte Borste, das normale ist die mittel-harte.
8. Jedes Borstenende muß als *conditio sine qua non* halbsphärisch finiert sein oder wenigstens soweit finiert sein, daß alle scharfen Punkte und Kanten beseitigt sind.

Abb. 5:

Mit Zahlen belegte bisherige Veröffentlichungen über die Beurteilung der el. ZB. von Ketterl (19).
(Siehe hierzu auch Tab. 1).

Autor	Gesamtzahl der Patienten	Beurteilung	
		pos.	neg.
Botkin, C. S., und Coimar, G. A.	20	20	0
Chasens, A.I.	25	23	2
Duggan, N. E.	18	18	0
Harris, M.	80	57	23
Norris, Ph. J.	16	16	0
Smith, W. D.	7	7	0
Witkin, G. J.	9	9	0
	175	150	25
	100 %	85 %	15 %

1.4. Die Zahnputztechnik:

Während über Art und Form der Zahnbürste weitgehende Übereinstimmung besteht, sind über die richtige Zahnputztechnik die Ansichten noch sehr unterschiedlich (13). Im allgemeinen wird aber bedauert, daß der größte Teil der Bevölkerung aufgrund mangelnder Aufklärung nur in seltenen Fällen ausreichende Mundhygiene betreibt (13). Sauerwein (37) stellte fest, daß technisch richtige Zahnpflege allein schon rund 40 % Kariesreduktion bewirkt. Aufgrund ähnlicher Feststellungen befaßte sich Riethe (32 u. 33) mit folgenden Reinigungsmethoden:

Horizontale Methode:

Zahnbürste wird horizontal zur Reinigung der buccalen und oralen Zahnflächen vor- und rückwärts bewegt, wobei die Borstenspitzen im rechten Winkel zur Zahnoberfläche stehen.

Vertikale Methode:

In Abbißstellung wird die Bürste an den buccalen Zahnflächen von Umschlagfalte gegen Inzisalkante bewegt. Die lingualen Flächen werden bei geöffnetem Mund entsprechend gebürstet.

Rollmethode:

Sie ist nur indiziert bei intakter Gingiva und normaler Zahnstellung. Der Bürstenkopf wird parallel der Kauebene so angesetzt, daß die Borsten in Richtung Umschlagfalte zeigen und der attached Gingiva so fest anliegen, daß das Gewebe blaß wird. Das Borstenfeld wird nun über Gingiva in Richtung Zahnkrone gerollt. Der Bürstenkopf wirkt als Rotationsachse.

Vibrationsmethode:

Die bekanntesten Methoden sind von Chartes und Stillmann. Nach Chartes werden die Borsten im Winkel von 45° zur Zahnachse so angesetzt, daß die Borstenspitzen die Zahnflächen berühren, sich nach leichtem Druck zwischen die Zähne schieben und die Gingiva nicht berühren. Die Bürste wird in dieser Haltung leicht kreisend und vibrierend bewegt. Dabei erreichen die Borsten die Gingiva und bewirken die Massage.

Nach Stillmann wird der Bürstenkopf mit apikalwärts gerichteten Borsten so placiert, daß die Borstenspitzen 2 mm über Gingivasaum reichen. Nach Drehung um 45° drücken die Borstenenden gegen Gingiva, so daß sie erblaßt. In dieser Haltung wird die Bürste mesio-distal vibriert.

Zirkulationsmethode:

Nach Fones benötigt man eine Bürste mit dichtstehenden Borstenbündeln. Die Bürsten sollen in einem Winkel von 90° die Zahnfläche berühren. Obere und untere Zähne werden bei geschlossenen Zahnreihen durch weite scheuernde Kreisbewegungen gleichzeitig gereinigt. Linguale und palatinale Flächen werden je mit kleineren Kreisbewegungen gebürstet.

Physiologische Methode:

Dem natürlichen Weg der Nahrungsabweichung des Gebisses beim Kauen entsprechend empfehlen Spith und Bell die Borsten im rechten Winkel zu placieren und die Zahnflächen von Inzisalkante in Richtung Gingivasaum zu bürsten. Hierfür wird eine weiche mit engstehenden Borstenbündeln versehene Zahnbürste verlangt. An schwer zugänglichen Stellen des Gebisses werden kleine Kreisbewegungen empfohlen.

Die horizontale Methode oder das horizontale Schrupprinzip (Kimmel, 21), ist aus überkommener Gewohnheit in der Bevölkerung die am meisten ausgeübte Bürstenbewegung. Sie ist am einfachsten, aber den anderen Methoden unterlegen (21; 13). Es werden nach Riethe (33) nur die Zahnflächen gebürstet, die sich beim Kauen auch selber reinigen können. Häufig treten an prominentstehenden Zähnen traumatische Schädigungen auf. Alle anderen Bürsttechniken, die aufgrund der Nachteile des herkömmlichen horizontalen Verfahrens entwickelt wurden, beinhalten in ihrem Ablauf auch vertikale Bürstrichtungen, die die Reinigung der Interdentalräume ermöglichen, siehe auch Riethe (35), der in einer Untersuchung feststellt, daß die Vertikalbewegung anderen Bewegungsprinzipien überlegen ist.

Gülzow und Busse (13) empfehlen die Rotationsmethode nach Fones (in dieser Arbeit als Zirkulationsmethode beschrieben) als das beste und geben 4 1/2 Minuten zur optimalen Reinigung an. Sauerwein (37) rät zur Kombination von Kreisel- und Rolltechnik, mindestens 2 Minuten lang. Riethe (33) stellt fest, daß keine Bürstmethode eindeutig besser ist, aber die Rolltechnik zum Bürsten und die Chartersmethode zur Massage die wirksamste Kombination sei. Bei jeder Methode sollte die Bürstenebene 6 mal mindestens über jede Zahnfläche bewegt werden, und für eine sorgfältige Massage sei der intermittierende Druck der Borsten gegen die Gingiva wenigstens 10 Sekunden lang erforderlich. Alle hervorragenden Bürsttechniken zeigen bei richtiger Unterweisung und Beherrschung ein befriedigendes Resultat (32). Nach Godt (11) ist von ausschlaggebender Bedeutung die richtige Durchführung einer gewählten Methode. Aber es gibt keine, die nicht übermäßige Zeit und Geduld erfordert, sowie praktisch, gut und unkompliziert in der Handhabung ist, ohne die Unterrichtung und Anleitung seitens des Zahnarztes zu benötigen (32). Es sei hier nochmals betont, daß die Bevölkerung bei Verwendung der üblichen Zahnbürste zu einer systematischen und umfassenden Zahnpflege nicht zu erziehen ist (Ketterl 19)

und folgende Ursache haben kann:

Nach Godt (11) gibt Bergmann für fehlerhaftes Zähneputzen anatomische und physiologische Gründe an. So soll sich z.B. die Muskeltätigkeit einer zum Munde gehobenen Hand horizontal leichter ermöglichen lassen, während die vertikale Bewegung die Muskeln der Hand und des Vorderarmes rasch ermüden lassen. Das Resultat sei dann, daß das Zähneputzen nur in mangelhafter horizontaler Richtung ausgeführt wird. Auch nach Kimmel (21) ist ein Grund für die übliche horizontale Schrubbewegung in der etwas verkrampften Handhaltung beim Vertikalputzen zu suchen.

1.5. Die elektrische Zahnbürste:

Eine automatische Zahnbürste vermeidet diese für den Körper anstrengenden Umstände beim Vertikalputzen in jedem Falle (21). Da Bergmann auch in der horizontalen Bürstmethode die Wurzel allen Übels sah, regte er die Konstruktion einer Elektrozahnbürste an (11). In der Fachliteratur sind viele verschiedene Meinungen zahlreicher Autoren über die elektrische Zahnbürste zu finden. Nach einer Definition von Riethe (33), wird der Bürstenkopf der elektrischen Zahnbürste durch einen Motor im Griff bewegt. Die Energie kann durch elektrischen Anschluß, Batterie oder durch Akku geliefert werden. Der auswechselbare Schaft inseriert in den Antriebsgriff. Die Bürstenebene wird kreisförmig, der Länge nach nach vor und zurück, in einer Auf- und Abschwingbewegung oder in Kombination angetrieben, d.h. daß der Bürstenkopf automatisch und mit hoher Frequenz die Bürstbewegung ausführt. Im Vergleich zu den manuellen Zahnbürstentypen ist der Bürstenkopf der elektrischen Zahnbürste graziler und die Borsten weicher. Eine Bürsteneinheit kann von einer ganzen Familie benutzt werden, wobei jedes Mitglied seinen eigenen auswechselbaren Bürstenkopf verwendet (33). Gegenüber der normalen Bürste sieht Riethe (32) in der elektrischen Zahnbürste folgende Vorteile:

- 1) Kurze, leicht anwendbare, handliche Bürste, die den anatomischen Größenverhältnissen der Mundhöhle und Zahnreihen entspricht.
- 2) Beibehaltung der gewohnheitsmäßigen waagerechten Handführung bei gleichzeitig ablaufender senkrechter Auf- und Abbewegung.
- 3) Bürstenkopf mit Bürstenstiel ist auswechsel- und sterilisierbar.
- 4) Die Langsamkeit der Handanwendung und der Ermüdungsfaktor entfallen.
- 5) Ein und dieselbe Bürste dient zum Reinigen der Zähne und Massieren des Zahnfleisches.
- 6) Die Bürste arbeitet mit einem Minimum an Zeitaufwand.

Die positiven stimulierenden Reize auf die Gingiva durch das automatische Zähnebürsten hängt bei der elektrischen Zahnbürste von vorwiegend vier Faktoren ab:

1. der Art der Bewegung
2. der Geschwindigkeit
3. der Härte der Borsten (Länge, Durchmesser, Qualität, Borstenenden)
4. dem Druck, mit der die Bürste gehandhabt wird.

Allgemeingültige Spezifikationen der elektrischen Zahnbürste ist in der Fachliteratur noch nicht zu erkennen, auch nicht, inwieweit die Spezifikationen der manuellen Zahnbürsten

für die elektrischen Zahnbürsten gültig sein könnte. Die Ursache für die fehlenden übereinstimmenden Angaben könnte in der Vielfalt der elektrischen Zahnbürsten und ihrer noch geringen Verbreitung aufgrund des hohen Anschaffungspreises liegen. Die meisten Autoren vergleichen den Reinigungseffekt und die Massagewirkung sowie den Einfluß der elektrischen Zahnbürste auf erkrankten Zahnhalteapparat mit der konventionellen Bürste. Nach Ohn und Sonnabend (30), berichten amerikanische Autoren übereinstimmend, daß in 85 % der Fälle die elektrische Zahnpflege günstiger sei als die rein manuelle. Dies zeigen auch zwei Aufstellungen von Ketterl (18; 19) in Abb. 5 und Tab. 1.

Ketterl (19) macht jedoch besonders auf die Probleme zur exakten Erfassung der Ergebnisse von solchen Vergleichsuntersuchungen aufmerksam. Nach Godt (11) ist der Reinigungswert, welcher bei Frontzähnen größer sei als bei Prämolaren und Molaren, sehr abhängig von Haltung und Andruck der elektrischen Zahnbürste. Riethe (32) stellt fest, daß auch unter extremen Bedingungen bei jedem Verfahren die Reinigungskraft voll wirksam wird, entscheidend sei jedoch die gewissenhafte Anwendung. Dagegen ist im Handlexikon der Zahnärztlichen Praxis (16) vermerkt, daß wissenschaftliche Überprüfung eine erhöhte Reinigungskraft der elektrischen Zahnbürste gegenüber üblichen Zahnbürsten bezweifelt. Gülzow und Seeger (15) vertreten den Standpunkt, daß die elektrische Zahnbürste hinsichtlich des Reinigungseffektes bei unkontrollierter Anwendung einer zweckmäßigen konventionellen Handzahnbürste nicht überlegen sei. Elliot, Bowers, Clemmer und Rovelstad (7) kamen nach Vergleichsuntersuchungen zu mehreren Ergebnissen:

1. Die Zahnbürste mit Wasserspray und die zweireihige Hartnylonzahnbürste war bei Benutzung von nicht unterwiesenen Patienten in der Plaqueentfernung besser als unter anderem die elektrische Zahnbürste.

2. Bei Patienten, die vorschriftsmäßig ihre Zähne bürsteten, lieferte die elektrische Zahnbürste die besten Ergebnisse.
3. Insgesamt bürsteten die in richtiger Mundhygiene unterwiesenen Patienten ihre Zähne signifikant wirksamer als die nicht unterwiesenen.
4. Die elektrische Zahnbürste war gegenüber anderen automatischen Zahnputzsystemen bei den meisten Probanden am beliebtesten.

Über den Einfluß der elektrischen Zahnpflege auf das marginale Parodontium stellte Ketterl (19) nur ein geringes Absinken der Entzündung des marginalen Parodontiums fest. Riethe (35) dagegen konnte nicht nur ein wirkungsvolleres Massage-Stimulations-Effekt angeben, sondern berichtete auch über signifikante Unterschiede über den Zustand der Gingiva beim Vergleich zwischen elektrischer und konventioneller Zahnbürste. Schädigende Einflüsse sind durch die elektrische Zahnbürste bislang praktisch nicht bekannt geworden. Ketterl (19) stellt ausdrücklich fest, daß eine schädigende Beeinflussung von Zahnhartsubstanzen und Füllungsmaterialien durch die elektrische Zahnbürste bislang nicht zu erwarten sei. Nach Wipfel (45) sind in einer abschließenden Betrachtung der Fachliteratur fast ausschließlich alle Autoren zu folgenden drei Feststellungen gekommen:

1. Die elektrische Zahnbürste hat einen intensiveren Reinigungseffekt als die konventionelle Zahnbürste.
2. Sie hat eine Massagewirkung, die eine Herabsetzung des Entzündungsgrades bei Parodontitis bewirkt.
3. Zahnsteinansatz und Plaquebildung werden, soweit eine Beurteilung möglich ist, durch die mechanische Zahnpflege nicht verhindert, jedoch verlangsamt.

1.6. Aufgabenstellung:

Die Aufgabe meiner Arbeit besteht nun im Vergleichen von 6 verschiedenen elektrischen Markenzahnbürsten unter möglichst natürlichen Bedingungen. Es soll die beste elektrische Zahnbürste herausgefunden werden. Diese könnte eventuell für die Ermittlung allgemeingültiger Spezifikationen elektrischer Zahnbürsten herangezogen werden, wie man sie bereits für die Handzahnbürste kennt.

Die Reinigungswirkung der elektrischen Zahnbürsten wird mit Hilfe der Plaquedarstellung ermittelt und verglichen, während der Einfluß der selben Bürsten auf das Zahnfleisch in einer gesonderten Arbeit von Gäbert (8) untersucht wird.

2. Eigene Untersuchungen

2.1. Material und Methoden:

2.2. Elektrische Testzahnbürsten:

Es wurden folgende 6 verschiedene elektrische Marken-
zahnbürsten zum Vergleichen verwendet, von den Firmen:

1. AEG; 85 Nürnberg, Postfach 180; Modell princess,
Typ ZB, E-Nr. 616 501 000
2. Blendax Werke, 65 Mainz, Postfach 1580; Modell
Broxodent
3. Philips; Aufladbare Zahnbürste, HP 5202, made in
Holland
4. Remington, 6 Frankfurt/M.; Modell RT-1, Sperry Rand
5. Ronson GmbH, 5 Köln-Kalk; Modell Vibradent,
Bestell-Nr. PV 42
6. Aqua Tec USA; Water-Pik, Touch Tronic, ET 10

Die technischen Daten und die weiteren Einzelheiten
der 6 elektrischen Zahnbürsten sind in Tab. 2 zusammen-
gestellt.

Zur Vereinfachung wurden in dieser Arbeit nur die unter-
strichenen Bezeichnungen für die Benennung der
elektrischen Zahnbürstentypen verwendet.

Insgesamt waren 108 fabrikneue elektrische Zahnbürsten
im Test; von jeder Marke 18 Stück.

Erwähnt sei noch, daß in der Fachliteratur, besonders
die Broxodent bereits vielfach beschrieben und ge-
testet worden ist, siehe folgende Literatur:

(3; 4 ; 5 ; 10; 11; 15; 19; 25; 30; 31; 32; 35; 47),
siehe auch Tab. 1. In der Literatur: (11; 15; 30; 47) wird
auch noch die Ronson genannt und beschrieben.

2.3. Probanden:

Für die in vivo-Untersuchungen wurden 18 Probanden benötigt, die sich ihre Zähne bisher manuell gereinigt hatten. Es wurden nur die ausgewählt, die während der gesamten Versuchsdauer zu jeder festgesetzten Zeit, auch an Wochenenden und Feiertagen, zur Erfassung von Ergebnissen anwesend sein und untersucht werden konnten. Alle Probanden waren Studenten der Zahnheilkunde im Alter von 23 bis 27 Jahren. Es hatte keiner ein parodontal insuffizientes Gebiß. Die Anzahl der Zähne pro Gebiß betrug 14 - 29 Zähne und verteilte sich wie folgt:

Anzahl der Probanden:	1	1	2	2	4	7	1
Anzahl der Zähne je Gebiß :	14	23	25	26	27	28	29

In diesen Zahlenangaben sind nicht enthalten die überkronten Zähne, da sie für die Untersuchungen nicht verwendet werden konnten.

2.4. Hilfsmittel:

Basische Fuchsinlösung zur Sichtbarmachung der Plaques entsprechend der Empfehlung von Mühlemann (27), die unter folgender Herstellungsvorschrift zusammengestellt wurde: 10 g Fuchsin (NB) Pulver werden in 100 ml auf ca. 50° C erwärmten Äthanol absolut unter Rühren gelöst. Nach dem Abkühlen wird die Lösung vom Bodensatz abfiltriert. Für die Untersuchung wurde pro Proband folgende Menge in Glasbechern bereitgestellt: 10 Tropfen gesättigter

alkoholischer Fuchsinlösung in 20 ccm H₂O (Aqua dest.). Als weiteres wurden Stoppuhr, Sonde und Spiegel benötigt sowie Auswertungsbögen, die für diese Untersuchungen eigens entwickelt wurden (Abb. 6), so daß sie für das Bewertungsschema in Anlehnung der Vorschläge von Greene und Vermillion (12) verwendet werden konnten (Abb. 7).

2.5. Versuchsanordnung:

Um die Reinigungswirkung der elektrischen Zahnbürsten unter möglichst natürlichen Bedingungen feststellen zu können, wurde jede Bürste von den Probanden mit nach Hause genommen und entsprechend der Gebrauchsanweisung benutzt.

Die Probanden wurden angewiesen, während des ganzen Testversuchs, der 7 Monate und eine Woche dauerte, Zeitpunkte und Zeitdauer ihrer Putzgewohnheiten beizubehalten. Als Putzmittel wurde ihnen eine standardisierte markenmäßig unbenannte Zahnpasta für die Dauer des Putzens mit der elektrischen Zahnbürste zur Verfügung gestellt. Die elektrischen Zahnbürsten wurden jeweils für 1 Monat ausgeteilt. Nach den 4 Wochen langen Test wurden sie wieder eingesammelt und von den Probanden der hygienische Zustand des Mundes mit Hilfe der Plaquedarstellung festgehalten. Um für alle 6 verschiedenen elektrischen Zahnbürsten die gleichen Ausgangssituationen zu schaffen, wurden:

1. die elektrischen Bürsten nach dem Schema des lateinischen Quadrats (Abb. 8) verteilt den Probanden zum Testen ausgegeben,
2. nur fabrikneue elektrische Zahnbürsten ausgeteilt,
3. zwischen den 6 Testmonaten jeweils eine Woche eingeschaltet, während der die Probanden ihre altgewohnte Handzahnbürste und Zahnpasta benutzen mußten.
4. Wurde jeder Proband während des ganzen Testversuchs an den Untersuchungstagen zu ein und derselben Uhrzeit bestellt, damit die Unterschiede in der Mundhygiene nicht durch die Einflüsse der Tageszeiten zustandekommen konnten.

OK
bucc, labial
occlusal
palatal
lingual
occlusal
bucc, labial
UK

18	17	16	15	14									
13	12	11	21	22	23								
34	35	36	37	38									

24	25	26	27	28								
34	35	36	37	38								

Abb. 7: Bewertungssystem mit 0-4 Punkten (Note)

- 0 = Belagfreie Zahnfläche
- 4 = 100 % mit Plaque bedeckt
- = unberücksichtigte Zahnflächen (große Füllung)

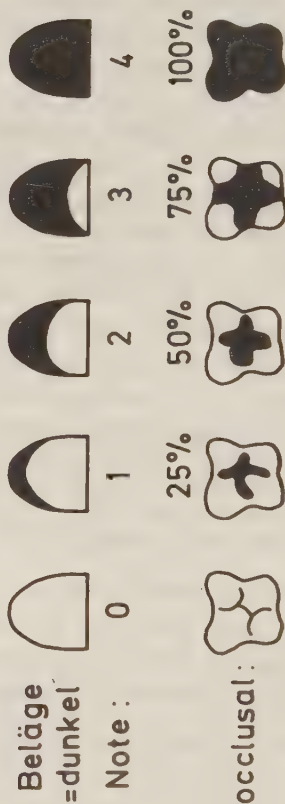


Abb. 8:

El. Bürsten nach dem Chema des lateinischen Quadrates verteilt im Test

Nr. d. Probanden			Monat					
			I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1	7	13	A	B	C	D	E	F
2	8	14	B	A	C	E	D	F
3	9	15	C	B	A	F	E	D
4	10	16	C	A	B	F	D	E
5	11	17	B	C	A	E	F	D
6	12	18	A	C	B	D	F	E

A = Ronson
 B = AEG
 C = Remington
 D = Broxodent
 E = Philips
 F = Touch Tronic

ZB.: Im I. Testmonat haben Probanden Nr. 1; 7; 13 und 6; 12; 18 die Bürste A zu testen, im IV. Monat die Bürste D.

Abb. 9:

Zeitverteilung und Untersuchungsfolge

Zeit:	I.Monat	1.Woche	II.Monat	1.Woche	III.Monat
HBZ.					
Bürste:	1.Bürste	Handbürste	2.Bürste	Handbürste	3.Bürste
	im Test		im Test		im Test
					usw.
Unter-					
suchung:AK.	U		U		U

Abb. 10: Fragebogen (die Antworten sind in Tab. 14 zusammengefaßt)

Bitte grundehrlich beantworten, durch Ankreuzen!

- 1) Welche unserer Untersuchungsmethoden war Ihnen am Unangenehmsten?
PMA-Index x), Sulkus Fluid-Test x), Plaquesanfärbung
- 2) Haben Sie während der über 7-monatigen Untersuchungszeit Ihre Lebensgewohnheiten ändern müssen,
z. B. durch Staatsexamen, Semesterwechsel, Prüfungen, Arbeitszeitänderungen, Ferien etc. ja, nein
- 3) Haben diese Änderungen Ihre Zahnpfutzgewohnheiten beeinflusst? Ja, nein
- 4) Wie lange dauert das Zähneputzen mit elektr. Zahnbürste im Vergleich mit Ihrer Handzahnbürste?
kürzer, gleich, länger
- 5) Was macht mehr Spaß? Mundhygiene mit elektr. Zahnbürste, Mundhygiene mit norm. Handzahnbürste
- 6) Konnten Sie eine Massagewirkung der elektr. ZB beobachten? ja, nein
- 7) Reinigt eine elektr. ZB besser als eine Handzahnbürste? ja, nein
- 8) Wird durch elektrisches Zahnbürsten das Zahnfleischbluten verstärkt? ja, nein
- 9) Wie ist Ihre Einstellung zur elektr. Zahnbürste? positiv, negativ
- 10) Welche elektr. ZB reinigte Ihre Zähne am besten u. am schnellsten?
AEG, Ronson, Remington, Broxodent, Philips, Touch Tronic
- 11) Welche verstärkte das Zahnfleischbluten am meisten? AEG, Ronson, Remington, Broxodent, Philips,
Touch Tronic
- 12) Welche hatte die stärkste Motorleistung? AEG, Ronson, Remington, Broxodent, Philips, Touch Tronic
- 13) Welche war die handlichste? AEG, Ronson, Remington, Broxodent, Philips, Touch Tronic
- 14) Welche war die unbequemste? AEG, Ronson, Remington, Broxodent, Philips, Touch Tronic
- 15) Welche hat die angenehmste Bürste? AEG, Ronson, Remington, Broxodent, Philips, Touch Tronic
- 16) Welche hat technische Mängel? AEG, Ronson, Remington, Broxodent, Philips, Touch Tronic
- 17) Welche ist am besten verarbeitet? AEG, Ronson, Remington, Broxodent, Philips, Touch Tronic
- 18) Welche würden Sie kaufen? AEG, Ronson, Remington, Broxodent, Philips, Touch Tronic

x) Diese Untersuchungsmethoden in Frage 1) sind in der Arbeit von Gäbert (8) beschrieben und dort zu finden, die gleichzeitig mit meiner Arbeit durchgeführt wurden.

Die Abb. 9 verdeutlicht nochmals die Zeitverteilung. Vor Beginn der Tests wurde eine Anfangskontrolluntersuchung (AK) durchgeführt, um die Veränderungen der mundhygienischen Verhältnisse während des ganzen Testversuchs nachträglich feststellen zu können.

Die Dauer von einer Woche zwischengeschalteter Zeit zur Wiederherstellung möglichst ursprünglicher mundhygienischer Verhältnisse ist durch die Dauer der Plaqueentwicklung gegeben. Nach Lehnert (24) treten bereits in drei Tage alten Belägen Verkalkungszentren auf, während Riethe (54) die Untersuchungsergebnisse mehrerer Autoren zusammenfaßt und berichtet, daß die Plaquebildung mit der dritten und letzten Phase nach 4 - 9 Tagen beendet ist und nach etwa sieben Tagen schon die Gesamtfloora der Plaque nur noch zu 50 % der ursprünglichen bei Beginn der Plaquebildung entspricht. Die Dauer der einmonatigen Testzeit wurde festgelegt, um die möglichen Fehlerquellen der Umstellungszeit und Eingewöhnungszeit der Probanden nach Erhalt der verschiedenen neuen Testzahnbürsten ausschalten zu können, so daß der mundhygienische Zustand nach den Testzeiten weitgehend die Reinigungskraft der jeweiligen Testbürste widerspiegeln dürfte.

Am Schluß des ganzen Testversuchs wurde mit Fragebögen Abb. 10 die subjektive Meinung aller Probanden über die einzelnen Testbürsten und allgemein über das elektrische Zahnbürsten ermittelt.

2.6. Untersuchungsmethode:

Da die Plaque die zentrale Bedeutung hat, bei der Erkrankung der Zähne und des Zahnhalteapparates, spielt der Nachweis von Plaque für die prophylaktische Therapie, die Mundhygiene, als Kontrollmaßnahme eine große Rolle. Hier wurde zur Sichtbarmachung der mundhygienischen Verhältnisse die Plaque angefärbt (12).

Bevor nach jeder Testzeit der Mundhygienezustand ermittelt wurde, mußte jeder Proband seinen Mund kräftig mit klarem Wasser spülen, um entsprechend der Forderung von Wipfel (45) zur Erzielung genauerer Ergebnisse einen möglichst fuchsinneutralen pH-Wert im Munde herzustellen. Danach spülte der Proband 1 Minute lang mit der in Gläsern bereitgestellten 20 ccm Fuchsinlösung, und vor der Befunderhebung wurde nochmals der Mund mit klarem Wasser nachgespült. Die Ausdehnung der auf diese Weise rot angefärbten Zahnbeläge auf den labialen, buccalen palatinalen, lingualen und occlusalen Zahnflächen wurde von allen Zähnen im Oberkiefer und Unterkiefer untersucht und entsprechend der Abb. 7 benotet. Die Zahnflächen, mit Plaque 100 % bedeckt, bekamen die Note 4; die 50 % bedeckten die Note 2 usw. Der Befund wurde mit Augenmaß erhoben und in die Untersuchungsblätter (Abb. 6) eingetragen.

Die Untersuchungswerte von Zahnflächen, die während des ganzen Versuchs durch Überkronungen und großflächige Füllungen ausfielen, wurden nachträglich einschließlich des betreffenden Zahnes gestrichen und für die statistischen Berechnungen nicht mehr auf Lochkarten übertragen.

2.7. Statistik und Ergebnisse:

Das Ziel der statistischen Auswertung ist der Vergleich der 6 verschiedenen elektrischen Zahnbürsten mit Hilfe der gewonnenen Untersuchungsergebnisse.

Die Zahlen in Tab. 3, Oberkiefer, u. Tab. 4, Unterkiefer, sind die Summen aller klinisch ermittelten Benotungen der untersuchten Zahnflächen von jedem der 18 Probanden nach jedem Bürstentest. Dieses Zahlenmaterial wurde einer 3-fachen (Bürste, Kiefer, Proband) Varianzanalyse unterzogen. Daran anschließend folgte die Berechnung der Konfidenzintervalle für die benötigten Mittelwertkontraste nach dem Tukey-Verfahren.

Bezüglich der Einzelheiten der benutzten statistischen Verfahren sei auf die Fachliteratur verwiesen (43). Hier sollen nur einige Anmerkungen gemacht werden, die das Verständnis der Ergebnistabellen erleichtern. Die Varianzanalyse eliminiert aus der Gesamtstreuung der Meßergebnisse die Streuung einzelner Einflußgrößen (Faktoren) sowie deren gegenseitige Beeinflussung (Wechselwirkung) und beurteilt diese unabhängig voneinander.

In der ersten Spalte der Varianzanalysentabelle (Tab. 6) werden diese Faktoren und Wechselwirkungen aufgeführt. Die zweite Spalte (Summe der Abweichungsquadrate - SAQ) enthält die entsprechenden Anteile an der Gesamtstreuung. Die Division der SAQ durch die sogenannten Freiheitsgrade (FG, dritte Spalte) führt zu den mittleren Abweichungsquadraten (MAQ), die in Spalte vier angezeigt werden und das eigentliche Streuungsmaß beinhalten.

Die Beurteilung der Mittelwertdifferenzen wird mit Hilfe von Konfidenzintervallen erreicht. Die hier benutzten von Turkey angegebenen Konfidenzintervalle haben die Form:

$$\bar{L} - \sqrt{\frac{MAQ_N}{r}} \cdot q_{1 - P/k/f} \quad L \quad L + \sqrt{\frac{MAQ_N}{r}} \cdot q_{1 - P/k/f}$$

$\bar{L}$ = der zu beurteilende Mittelwertskontrast der Stichproben

L = der entsprechende Kontrast der Grundgesamtheit

$\frac{MAQ_N}{r}$ = Varianz des Kontrastes

MAQ_N = das aus der Varianzanalysentabelle entnommene MAQ

r = die Anzahl der jedem Mittelwert zugrundeliegenden Einzelmessungen

$q_{1-p/k/f}$ = die obere Signifikanzschranke des studentisierten Extrembereichs

$1-p$ = Sicherheitswahrscheinlichkeit

k = Anzahl der Mittelwerte

f = Anzahl der Freiheitsgrade von MAQ_N

Eine Mittelwertdifferenz L ist dann signifikant von 0 verschieden, wenn sie größer ist als der Ausdruck

$$\sqrt{\frac{MAQ_E}{r}} \cdot q_{1-p/k/f}$$

Für unsere Untersuchungen ergaben sich folgende Werte:

Tukey-Test für die Ermittlung der Grenzdifferenz der Mittelwerte:

d_{krit} = kritischer Wert für Mittelwertdifferenz

$$d_{krit} = \sqrt{\frac{MAQ_N}{r}} \cdot q_{0,99/108/85}$$

MAQ_N = 20,46

r = 2

$q_{0,99/108/85} \approx 7$

$d_{krit} \approx 22,39$

Aus der Varianzanalysetabelle (Tab. 6, Zeile 1) ist zu ersehen, daß keine Unterschiede zwischen den Bürsten hinsichtlich des Reinigungseffektes statistisch festgestellt werden konnten. Die Unterschiede in den Mittelwerten, die die Bürstenrangfolge in Tab. 3; 4; 5 und 7, unterste Zahlenreihe, festlegen, sind daher nicht signifikant und nur von klinischer Bedeutung. Dies gilt auch für die Tab. 5, in der die Zahlen und die Mittelwerte von Oberkiefer- und Unterkiefer-Untersuchungsergebnissen (aus Tab. 3 und 4) zusammengefaßt worden sind.

Aus Zeile 2 der Tab. 6 geht hervor, daß die 18 Untersuchungsergebnisse von den einzelnen Testbürsten sich von Proband zu Proband signifikant unterscheiden. Dies gilt für beide Kiefer in gleicher Weise, denn ein unterschiedliches Verhalten der elektrischen Zahnbürsten im Oberkiefer und Unterkiefer ist nicht gesichert (Tab. 6, Zeile 5). Signifikant ist auch das unterschiedliche Verhalten der 6 Bürsten untereinander einschließlich der individuellen Rangfolgebildungen von Proband zu Proband (Zeile 4, Tab. 6). Die Indices in den Tabellen rechts unten neben den Werten verdeutlichen diese Bürstenrangfolgen, so daß man für jeden Probanden die elektrische Bürste mit dem besten Ergebnis feststellen kann. Hierfür eignet sich die Tab. 5 mit ihren Mittelwerten aus den Untersuchungsergebnissen beider Kiefer am besten, da kein signifikant unterschiedliches Verhalten in der Gebißhygiene zwischen Oberkiefer und Unterkiefer vorliegt (Tab. 6, Zeile 3). Allerdings ist in Tab. 5 nur bei Proband Nr. 5; 9; 13; 14 der Unterschied zwischen der 1. und 6. elektrischen Zahnbürste signifikant. Bei allen anderen ist die Differenz kleiner als der statistisch berechnete Grenzwert von $d_{\text{krit.}} = 22,39$. Das schlechtere mundhygienische Ergebnis im Unterkiefer gegenüber den Oberkiefer-Mittelwerten ist ebenfalls nicht gesichert.

Um die Testergebnisse weiter auf Unterschiede zwischen den elektrischen Zahnbürsten zu untersuchen, wurden aus der Tab. 5 6 Probanden ausgesucht, bei denen sich die elektrischen Zahnbürsten in ihrer Reihenfolge ähnlich verhalten. Es entstand eine Untergruppe, die in Tab. 7 zusammengefaßt ist. Auch hier ist der Unterschied zwischen den Mittelwerten und den daraus resultierenden Bürstenrangfolgen nicht signifikant. Auffälligerweise sind die Bürstenrangfolgen in den Tabn. 3, 4, 5 und 7 kaum untereinander verschieden. Die Bürsten Broxodent und Philips wechseln hier öfters den ersten Platz mit dem zweiten Platz ab, während die Touch Tronic immer den dritten Platz hält. Die AEG, Ronson und Remington bilden die Bürstengruppe mit dem schlechtesten Ergebnis. Zur Verdeutlichung wurden die Mittelwerte aus der Tab. 3, 4, 5 und 7 der Größe nach in eine Vergleichsmatrix angeordnet (Tab. 8, 9, 10 und 11), um anschließend die Mittelwertdifferenzen zu bilden. Durch diese Anordnungen im Quadrat nehmen die Differenzen der Mittelwerte von links nach rechts und von unten nach oben zu. Hier wird ersichtlich, daß die größten Differenzen oben rechts unter dem statistisch berechneten Wert $d_{krit.} = 22,39$ bleiben. Damit liegt in den Tabn. 8, 9, 10 und 11 keine Signifikanz vor. Um aber das ähnliche Verhalten der Bürstenrangfolgen der ausgewählten Probanden aus Tab. 5, graphisch darstellen zu können, wurden die in Frage kommenden Werte in verkleinerte Vergleichsmatrixen angeordnet (Tab. 12), deren Bürstenfolge alle nach der Bürstenrangfolge der Tab. 7 (Untergr.) ausgerichtet sind. Durch diese Ausrichtung nach einer Rangfolge ist der größte Differenzwert in diesen Matrixen nicht immer im Kästchen rechts oben zu finden, wie es noch in den Tabn. 8, 9, 10 und 11 der Fall ist. Ein optischer Vergleich zeigt aber doch eine gewisse Ähnlichkeit der Bürstenrangfolgen aufgrund klinisch ermittelter Werte. Statistisch gesicherte Unterschiede der elektrischen Zahnbürsten in ihrer Reinigungswirkung, die Allgemeingültigkeit haben, sind hier ebenfalls nicht ableitbar.

Da weder ein Leistungsunterschied noch ein differenzier-
tes Verhalten der elektrischen Zahnbürsten im Oberkiefer
und Unterkiefer statistisch festzustellen war, wurden
die Ergebnisse der Anfangskontrolluntersuchung (AK,
Abb. 9) mit allen Werten der letzten Untersuchung (U)
verglichen, um die Entwicklung des Mundhygienezustandes
über den ganzen Versuchszeitraum von 7 Monaten und
1 Woche nachträglich feststellen zu können. Die AK- und
die U-Werte wurden hierfür in Tab. 13 gegenübergestellt.
Es verbesserten sich die mundhygienischen Verhältnisse
insgesamt durch das elektrische Zähnebürsten nur gering-
fügig. Vergleicht man die Mittelwerte der Tab. 5 mit dem
AK-Mittelwert (=Handzahnbürstenwert der Tab. 13), so
sind die Ergebnisse nur von Broxodent und Philips
besser als die der Handzahnbürste und die der übrigen
vier elektrischen Bürsten schlechter.
Aber alle diese Vergleiche mit dem AK-Wert (Tab. 13) der
Handzahnbürste sind ebenfalls nicht aussagekräftig, da
bereits die größte Mittelwertsdifferenz zwischen
der "besten" Bürste Broxodent und der "schlechtesten" AEG,
nicht statistisch gesichert ist.

Die Antworten der Fragebogenaktion zur Feststellung der
subjektiven Meinungen der Probanden sind in Tab. 14
wiedergegeben und werden im nächsten Kapitel, Diskussion,
erörtert.

2.8. Diskussion

Die Bürstenrangfolgen, die sich in Tab. 3; 4; 5; 7 durch die Untersuchungsbefunde klinisch ergeben, konnten nicht statistisch gesichert werden. Als Gründe hierfür müssen diskutiert werden:

1. Alle 6 elektrische Zahnbürsten haben in ihrer Putztechnik die gewünschte Vertikalbewegung und unterscheiden sich untereinander in diesem Punkt nur wenig.
2. Die Bürsten wurden unter natürlichen Bedingungen getestet, d. h. die Testbedingungen konnten nicht zur Erzielung genauerer Ergebnisse streng genug standardisiert werden.
3. Die Zahnflächen mit angefärbten Plaques wurden mit Augenmaß benotet, das sich besonders zur Feststellung kleinster mundhygienischer Unterschiede nicht als exakt genug betrachtet werden kann.

Zu 1:

Gülzow und Seeger (15) sehen zum Teil den Grund für die positiven Ergebnisse vieler Vergleichsuntersuchungen in der Verwendung unterschiedlicher elektrischer Bürstsysteme. Die in diesem Test verwendeten elektrischen Zahnbürsten sind sich dagegen im Bürstsystem ähnlich: Die Broxodent, Philips, Ronson, AEG bewegen die Bürste in vertikaler Auf- und Abbewegung. Die Remington vibriert in vertikaler Richtung. Am stärksten unterscheidet sich von den anderen noch die Touch Tronic (Tab. 2) mit ihrer kreisenden Bürstbewegung. Aber auch in der Kreisbewegung findet sich der vertikale Vektor, tangential einmal aufwärts und einmal abwärts. Damit entsprechen alle 6 im Test befindlichen elektrischen Zahnbürsten den eingangs (Kap. 1.4.) besprochenen Forderungen.

gen, mit Vertikalbewegungen den Reinigungseffekt insbesondere interdental zu erhöhen. Dieser geringe Unterschied in der Zahnputzmethode läßt keine großen Unterschiede in der Reinigungswirkung erwarten. Einen wesentlichen Unterschied in der Wirkungsweise zwischen Broxodent und Ronson und einer dritten elektrischen Zahnbürste (Novodent) könnte Ohm und Sonnabend (30) ebenfalls in einem mehrmonatigen Bürstentest unter natürlichen Bedingungen nicht feststellen. Weckerle (47) kommt in einer vergleichenden Untersuchung elektrischer Zahnbürsten mit einem kontrollierten Patientenversuch zu folgendem Schluß, daß die Wirkung der Bürste nur in geringem Maße vom System abhängt. Auch Riethe (32) bestätigt, daß die Wirkung der empfohlenen Putztechniken sich nicht sehr unterscheiden. Er stellt fest, daß alle Methoden bei richtiger Anwendung ein befriedigendes Resultat zeigen. Der geringe Unterschied in den Bürstsystemen kann also eine mögliche Ursache für den klinisch ermittelten, geringen und nicht statistisch zu sichernden Leistungsunterschied sein. Die zweifelsohne vorhandenen Unterschiede in den technischen Merkmalen (Tab. 2) spielen wohl in diesem Zusammenhang von ihrer Größe her und von ihrem Einfluß auf den Reinigungseffekt nur eine untergeordnete Rolle.

Zu 2:

Gülzow und Seeger (15) bemerkten, daß bei unkontrollierter Anwendung der Testbürsten, das den normalen Verbraucherbedingungen mehr entspricht, andere Ergebnisse zu erwarten sind, als beim Zähneputzen unter Aufsicht. Feinere Bürstenunterschiede können sich durch die geringere Standardisierung der Testbedingungen nicht im Ergebnis niederschlagen, weil die Probanden zu Hause die Testbedingungen unbewußt vielfach verändern können, ohne daß man sie rechtzeitig darauf aufmerksam machen kann. So zeigte sich in der Fragebogenaktion (Abb. 10 und Tab. 14), daß zu Frage Nr. 3 von den 18 Probanden nur 5 angeben, ihre

Zahnputzgewohnheiten geändert zu haben. Widersprüchlich aber dazu ist, daß 7 Probanden (Tab. 14, Frage Nr. 4) mit der elektrischen Zahnbürste länger die Zähne putzen mußten als mit der Handzahnbürste. Dies verdeutlicht, daß viele Probanden ihre ursprünglichen Putzgewohnheiten beizubehalten nicht eingehalten haben und vielfach die Zähne so lange geputzt haben, bis die Zahnreinigung ihrem Sauberkeitsgefühl entsprochen haben mußte. Ein unterschiedliches Resultat von Zahnbürste zu Zahnbürste kann dann kaum noch ohne deutliche Fehlergrößen festgestellt werden. Die natürlichen Testbedingungen sind also zu ungenau für den Nachweis unterschiedlicher Reinigungswirkungen von verschiedenen elektrischen Zahnbürsten mit stark sich ähnelnden Bürstbewegungen. Gülzow und Seeger (15), die in einer Untersuchung über elektrische Zahnbürsten unter unkontrollierten Bedingungen zu gleichem Ergebnis kamen, wiesen darauf hin, daß die meisten positiven Resultate aus kontrollierten Untersuchungen gewonnen wurden und dadurch das Ergebnis im Widerspruch zu vielen Literaturangaben steht.

Zu 3:

Die klinische Testmethode mit Fuchsinfarbstoff Plaque nachzuweisen, hat - wie es in dieser Arbeit durchgeführt wurde - was Genauigkeitsgrad anbetrifft, wohl den größten Schwachpunkt in der Benotung der angefärbten Zahnflächen mit Hilfe eines Punktesystems. Mit Photos, die gravimetrisch ausgewertet werden können, sind genauere Messungen möglich. Aber die Zahnflächen mußten in dieser Arbeit mit Augenmaß auf ihren Sauberkeitsgrad untersucht werden. In einer Untersuchung an einer großen Zahl von Probanden alle lingualen, palatinalen und buccalen Zahnflächen zu photographieren, ist wohl kaum durchführbar. So beschränkte sich Stiftung Warentest (41) im klinischen Test elektrischer Zahnbürsten laut einer Abbildung mit den Testfotos angefärbter Zähne nur auf die labialen Flächen der Frontzähne.

Dadurch blieb der Effekt der schwereren Reinigungsbedingungen im Seitenzahnbereich, z. B. der Einfluß des Wangendrucks auf das Durchzugsvermögen einer elektrischen Zahnbürste, unberücksichtigt.

(Siehe auch Hinweis von Godt (11) auf S. 12 in dieser Arbeit über die unterschiedliche Reinigungswirkung bei Front- und Seitenzähnen.)

Um möglichst natürliche Testbedingungen zu erreichen, konnte auf diese schwerer zugänglichen Zahnflächen nicht verzichtet werden. Solange aber bei der Erstellung von Mundhygieneindices im Großverbrauch auf den individuellen Maßstab des Untersuchers zurückgegriffen werden muß, können feinere Leistungsschwankungen ähnlicher elektrischer Zahnbürsten nicht mit genügender Differenziertheit und Exaktheit verglichen werden. Eine Objektivierung der Ergebnisse solcher Tests bereitet deshalb große Schwierigkeiten (Ketterl, 19).

Wenn man die Antworten zu der Frage Nr. 18 Tab. 14 der Fragebogenaktion, welche Bürste würden Sie kaufen?, mit den klinisch ermittelten Bürstenrangfolgen vergleicht, so fällt in einigen Punkten eine Übereinstimmung auf. Die Broxodent, die mit Philips die besten Ergebnisse im Test erzielte, wollten von den 18 Probanden 7 Mann kaufen, aber die Philips nur 2 Mann. Die auf dem dritten Platz stehende Touch Tronic wollten ebenfalls 7 Probanden kaufen. Von den 3 Bürsten mit den schlechtesten Ergebnissen wollte nur ein Proband die Ronson kaufen, und der letzte Proband konnte sich nicht für eine der elektrischen Zahnbürsten entscheiden. Einschränkend muß hier bemerkt werden, daß dieser Vergleich durch die fehlende statistische Signifikanz in den klinisch ermittelten Leistungsdifferenzen der Bürsten keinen großen Wert haben kann. Tiefergehende Betrachtungen sind deshalb nicht möglich. Gerechtfertigt ist der Vergleich in vorliegender Form insofern, weil unter natürlichen Bedingungen ein Erfolg der elektrischen Zahn-

bürste auch durch die subjektive Beurteilung (Ketterl, 19) beeinflusst werden kann. Die Einstellung zur elektrischen Zahnbürste war bei 14 von 18 Probanden positiv, nur bei einem negativ und bei 3 Leuten unentschieden. Bei 11 Probanden reinigte die elektrische Zahnbürste besser als die Handzahnbürste. Trotzdem hat keiner angegeben, daß das elektrische Zähnebürsten kürzer dauere als die manuelle Mundhygiene. Vielleicht ist die positive Einstellung durch den Spielbetrieb begründet, denn 11 Probanden machte die automatische Zahnpflege mehr Spaß. Ketterl (19), Ohm und Sonnabend (30) ermittelten für die elektrische Zahnpflege ein ähnlich günstiges, subjektives Meinungsbild.

Die Frage, ob die elektrische Zahnpflege besser ist als die manuelle, kann in dieser Arbeit nicht beantwortet werden. Der Vergleich zwischen den Werten der Anfangskontrolluntersuchung und der letzten Testuntersuchung (Abb. 9 und Tab. 13) geben nur Aufschluß über die Entwicklung des Mundhygieniezustandes über den gesamten Versuchszeitraum von 7 Monaten und 1 Woche. Während dieser Zeit wurde aufgrund der Versuchsanordnung 5mal eine Woche lang auf gewohnte Weise manuell die Zähne geputzt, so daß die Werte der letzten Testuntersuchung nur für die letzten 4 Wochen elektrischer Zahnpflege repräsentativ sind. Da diese gegenüber den Anfangskontrollwerten (Tab. 13) nur geringfügig besser sind (was statistisch nicht zu sichern ist), kann man nur folgern, daß die Probanden durch die regelmäßigen Testuntersuchungen sich nicht zu einer besseren Mundhygiene erziehen ließen, wie es Gülzow und Seeger (15) berichten konnten. Es kann aber auch sein, daß die drei eingangs erwähnten Fehlergrößen die fehlende Signifikanz an dem geringen Unterschied der Mundhygiene verursacht hat.

Aufgrund des festgestellten positiven, subjektiven Meinungsbildes kann elektrisches Zähnebürsten empfohlen werden. Es ist ein echter Fortschritt, wenn schon allein durch mehr Spaß die Mundhygiene sorgfältiger durchgeführt wird. Die

Untersuchungsergebnisse lassen jedoch keinen allgemeingültigen Vergleich zwischen den 6 elektrischen Zahnbürsten zu. Vom Bürstsystem her können alle Testbürsten empfohlen werden, da in ihren Bürstbewegungen die Vertikalrichtung beinhaltet ist und damit alle den entwickelten Bürstmethoden entsprechen. Verglichen mit der Spezifikation der Handzahnbürste (Abb. 3) haben alle elektrische Zahnbürsten (Tab. 2) einen kürzeren Bürstenkopf als die gewünschte manuelle Kurzkopfzahnbürste sowie synthetische Borsten, die nahezu bei allen Bürsten in ein ebenes Bürstenprofil enden. In Borstenlänge und Anzahl der Borstenlängsreihen findet man ebenfalls Übereinstimmung. Ein weiteres Vergleichen ist in diesem Rahmen nicht möglich, weil die Mehrzahl der technischen Merkmale von der elektrischen Zahnbürste (Tab. 2) sowohl mit der Handzahnbürste als auch untereinander stärker abweichen und eine weitere Übereinstimmung mit der Handzahnbürste zu suchen nicht sinnvoll erscheint. Auch ist es nicht Aufgabe dieser Arbeit gewesen, im einzelnen die Abhängigkeit der unterschiedlichen technischen Merkmale der elektrischen Zahnbürste auf den Reinigungseffekt zu untersuchen.

2.9. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit sind 6 verschiedene elektrische Zahnbürsten unter natürlichen Bedingungen je 4 Wochen lang von 18 Probanden getestet worden. Die mundhygienischen Ergebnisse wurden mit Hilfe der Plaqueanfärbung festgehalten und verglichen. Die klinisch ermittelten Leistungsunterschiede konnten nicht statistisch gesichert werden. Dadurch kann im allgemeinen keine der 6 elektrischen Zahnbürsten den anderen Testbürsten vorgezogen werden. Alle führen in ihren Bürstbewegungen die vertikale Richtung aus und entsprechen in diesem Punkt den entwickelten und empfohlenen Zahnputzmethoden für die Handzahnbürste. Es besteht in vielen Fällen zwischen den technischen Merkmalen der elektrischen Zahnbürste untereinander (auch im Vergleich zu der Spezifikation der Handzahnbürste) Übereinstimmung. Ferner konnte ein differenzierteres Ergebnis dadurch nicht ermittelt werden, weil Untersuchungsmethode und Versuchsanordnung unter den "Natürlichen Bedingungen" nicht genügend zu standardisieren waren. Das subjektive Meinungsbild der Probanden sieht für die elektrische Zahnbürste wesentlich günstiger aus als für die Handzahnbürste, so daß schon durch den psychologischen Effekt die elektrische Mundhygiene einen Fortschritt darstellt.

3. Anhang

mit; 1. Verzeichnis der Abb., 2. Tabellen, 3. Literaturverzeichnis.

3.1. Verzeichnis der Abbildungen

Abb.	1	Seite	4
"	2	"	5
"	3	"	7
"	4	"	8
"	5	"	8
"	6	"	20
"	7	"	20
"	8	"	21
"	9	"	21
"	10	"	22

3.2. Tabellen: (S.38 bis S.50)

Tab. 1:

Autor, Lit. Land :	Veröffentl.:	Broxodent verglichen mit Handzahnbürste Material und Methoden (Ketterl, 18) :	Ergebnisse:
Ketterl (19) Germany/1965	Dtsch. zahnw. Z.	Notwendige Zeit zur vollständigen Belagbeseitigung, ein Kreuzversuch, der sich mit manueller und Broxodent-Zahnbürste und 10 Probanden auseinandersetzt.	Broxodent reinigt deutlich schneller als die Handzahnbürste.
Ritsert, Binns (36) USA/1967	Journal of Dentistry for Children	Plaquesbeseitigung durch nicht unterwiesene Jugendliche, ein Kreuzversuch mit Hilfe von Photos und 79 Probanden.	Broxodent ist Plaquesbeseitigung um 23 % effektiver als die Handzahnbürste.
Manhold (25) USA/1967	Journal of Periodont.	Broxodent verglichen mit Handzahnbürste, ein Vergleich durch Wiegen von Zahnbelägen nach Standardnahrung bei 84 Probanden.	63 % der Probanden entfernen Beläge mit Broxodent besser.
Powers, Tussing, Bradley (31) USA/1967	Periodontics	Interdentale Plaquesbeseitigung, Vergleich elektrischer mit manueller Zahnbürste an 25 Probanden.	Eine statistische Überlegenheit der Broxodent.
Derbyshire, Mankodi (5) USA/1964	J. Amer. Dent. Ass.	Reinigungseffekt der Handzahnbürste verglichen mit Broxodent mit 29 gut unterwiesenen Probanden, ein Kreuzversuch mit Punktsystem bei Plaquesnachweis.	Statistisch war die Broxodent um 27 % besser im Reinigungseffekt.
Chaikin, Goldman, Schulman, Ruben (314) USA/1965	Periodontics	Reinigungseffekt der Handzahnbürste verglichen mit Broxodent, ein Kreuzversuch mit 91 nicht unterwiesenen Patienten an Hand von Photos.	54 % der Probanden reinigen besser mit Broxodent, 7 % besser mit Handzahnbürste. Broxodent beseitigt Plaques wirksamer. Bei 39 % kein Unterschied.
	Intern. Ass. for Dent. Research	Ein Versuch mit 35 nicht unterwiesenen Probanden.	42 % besser mit Broxodent 8 % besser mit Handzahnbürste 50 % gleichgut.

Tab. 2: Technische Merkmale elektr. Zahnbürsten, von Blend a med - Forschung (1):

	Broxodent	Philips	Touch Tronic	Remington	Ronson	AEG
Länge des Borstenbettes	17	22	17,5	18	20	16,6
Gesamtlänge d. Aufsteckbürste	75	75	77	85,5 ohne ^x Gewindeteil	75	75
Distanz: Letzte Borste zu äußerstem Ende der Bürste	2,5	2	2,5	2,5	2	1,5
Breite des Borstenbettes	7	5	7	6,5	5,5	7
Bürstenkopflänge	22	26,5	22	23	24	20
Borstenbündel, n	14	19	21	22	19	15
Borsten pro Bündel, n, ca.	80	32	60	32	22	44
Borsten insgesamt, n, ca.	1120	608	1260	704	418	660
Länge der Borsten	9	10	7,7-9	9,3	10	9,6-11,1
Durchmesser der Borsten	0,15	0,25	0,15	0,2	0,2	0,2
Qualität der Borsten	Nylon	Nylon	Nylon	Nylon	Nylon	Nylon
Ausarbeitung d. Borstenenden	rund	rund	rund ^x	rund	rund ^x	rund
Art der Bewegungsrichtung	vertikal	vertikal	Kreis	Vibration	vertikal	vertikal
Bürstenfrequenz (Hz)	50	38	38	112	95	39
Gesamtlauf der Borsten	8,5	7	7,5	2	7,5	4
Art der Energieversorgung	Netz 220 V	Akku	Akku	Akku	Trafo 5V-Netz 220 V	Akku
Kraftübertragung auf die Bürsten	elastisch	starr	starr	elastisch	starr	starr
Borstenprofil	gerade	gerade	flach rund	gerade	gerade	schiefe Ebene
Borstenlängsreihen, n	3	3	3	3	3	3
Borstenquerreihen, n	5-6	7	7	8	7	5
Richtung der Querreihen	diagonal	diagonal	vertikal	diagonal	diagonal	vertikal
Bündelabstand (längs) ca. x	1,8	1,5	1,0	0,7	1,6	1,8

^x = eigene zusätzliche Messungen
u = Anzahl

Tab. 3 (OK-Tabelle): Summen aller Benotungen von allen Zahnflächen im OK, geordnet nach Proband und el. Zahnbürste, Indices rechts neben den Werten geben die Reihenfolge der el. ZB. pro Proband an.

Bürste	Philips	Broxodent	Touch	Remington	Ronson	ABG	Diffe-
Proband			Tronic				renz
							1.-6.
1	35 3.	32 2.	46 6.	39 5.	25 1.	36 4.	21
2	47 1.	70 6.	58 4.	53 2.	54 3.	58 5.	23
3	30 3.	25 2.	35 5.	38 6.	27 1.	31 4.	11
4	38 6.	30 3.	32 4.	33 5.	24 1.	25 2.	14
5	30 3.	26 2.	33 4.	15 1.	38 5.	39 6.	24
6	61 5.	50 2.	61 6.	45 1.	53 4.	50 3.	16
7	44 4.	38 1.	44 5.	40 2.	40 3.	51 6.	13
8	60 5.	54 1.	58 4.	60 6.	57 3.	55 2.	6
9	48 1.	60 5.	70 6.	51 3.	48 2.	52 4.	22
10	30 1.	33 4.	32 3.	38 6.	36 5.	31 2.	8
11	31 1.	39 3.	42 4.	33 2.	45 6.	44 5.	14
12	38 2.	43 3.	30 1.	51 5.	54 6.	50 4.	24
13	32 1.	43 4.	42 3.	39 2.	52 5.	67 6.	35
14	34 1.	46 4.	44 2.	45 3.	63 6.	49 5.	29
15	46 3.	37 2.	36 1.	48 6.	46 4.	46 5.	12
16	41 2.	42 5.	45 4.	59 5.	45 6.	36 1.	23
17	35 3.	31 1.	32 2.	44 5.	36 4.	57 6.	26
18	43 3.	36 2.	32 1.	54 6.	43 4.	44 5.	22
Rang- folge	40,17 1.	41,33 2.	42,89 3.	43,06 4.	43,67 5.	45,61 6.	

Tab. 4 (UK-Tabelle): Summen der Benotungen von allen Zahnflächen im UK, geordnet nach Proband und el. Zahnbürste, Indices rechts neben den Werten geben die Reihenfolge der el. ZB. pro Proband an.

Bürste	Touch						Diffe-
	Broxodent	Philips	Tronic	Ronson	Remington	AEG	renz
Proband							1.-6.
1	27 1.	41 4.	52 6.	38 2.	46 5.	39 5.	25
2	67 6.	58 4.	61 5.	54 1.	55 3.	54 2.	11
3	37 4.	36 3.	50 6.	35 2.	34 1.	42 5.	16
4	24 1.	45 6.	27 3.	26 2.	43 5.	34 4.	21
5	35 2.	45 4.	44 3.	58 6.	33 1.	50 5.	25
6	60 3.	53 1.	66 5.	70 6.	59 2.	60 4.	17
7	47 1.	76 6.	67 4.	52 2.	55 3.	70 5.	29
8	36 2.	40 3.	33 1.	46 6.	44 5.	41 4.	13
9	53 3.	58 5.	64 6.	50 1.	50 2.	57 4.	14
10	30 3.	31 4.	33 5.	27 1.	39 5.	26 2.	12
11	39 2.	35 1.	44 4.	54 6.	40 3.	51 5.	19
12	55 6.	49 2.	41 1.	51 3.	51 4.	52 5.	14
13	54 3.	47 2.	44 1.	65 5.	61 4.	60 6.	24
14	49 2.	38 1.	60 3.	65 5.	66 6.	60 4.	20
15	27 2.	25 1.	28 3.	34 4.	41 5.	35 5.	16
16	40 1.	43 3.	52 6.	45 4.	51 5.	40 2.	12
17	36 1.	36 2.	53 5.	41 3.	47 4.	54 6.	10
18	28 1.	31 2.	33 3.	43 5.	43 6.	35 4.	15
Rang- folge	41,33 ₁ .	43,72 ₂ .	47,33 ₃ .	47,44 ₄ .	47,67 ₅ .	40,55 ₆ .	

Tab. 5: Mittelwerte der Benotungen beider Kiefer, geordnet nach Proband und el. Zahnbürste, Indices rechts neben den Werten geben die Reihenfolge der el. ZB. pro Proband an.

Bürste	Touch						Diffe-	
	Broxodent	Philips	Tronic	Remington	Ronson	AEG	renz	
Proband							1.-6.	
1	29,5 1.	38 4.	49 6.	42,5 5.	31,5 2.	37,5 3.	19,5	
2	68,5 6.	52,5 1.	59,5 5.	54 2.	54 3.	56 4.	16	
3	31 1.	33 4.	42,5 6.	31 2.	31 3.	36 5.	11,5	
4	27 2.	41,5 6.	29,5 4.	38 5.	25 1.	29 3.	16,5	
5	30,5 2.	37,5 3.	38,5 4.	24 1.	48 6.	44 5.	24	
6	55 2.	57 4.	63,5 6.	52 1.	61,5 5.	55 3.	11,5	
7	42,5 1.	60 5.	55,5 4.	47,5 3.	46 2.	60,5 6.	18	
8	45 1.	50 4.	45,5 2.	52 6.	51,5 5.	48 3.	7	
9	61 5.	53 3.	67 6.	50,5 2.	40 1.	54,5 4.	27	
10	31,5 3.	30,5 2.	32,5 5.	38,5 6.	31,5 4.	29,5 1.	9	
11	39 3.	33 1.	43 4.	36,5 2.	49,5 6.	47,5 5.	16,5	
12	49 3.	43,5 2.	35,5 1.	51 4.	52,5 6.	51 5.	17	
13	48,5 3.	39,5 1.	43 2.	50 4.	58,5 5.	67,5 6.	28	
14	47,5 2.	36 1.	52 3.	55,5 5.	64 6.	54,5 4.	28	
15	32 1.	35,5 3.	32 2.	44,5 6.	40 4.	40,5 5.	12,5	
16	41 2.	42 3.	48 5.	55 6.	45 4.	38 1.	17	
17	33,5 1.	35,5 2.	42,5 4.	45,5 5.	38,5 3.	55,5 6.	22	
18	32 1.	37 3.	32,5 2.	48,5 6.	43 3.	39,5 4.	16	
Rang- folge	41,33 ₁ .	41,94 ₂ .	45,11 ₃ .	45,36 ₄ .	45,56 ₅ .	46,97 ₆ .		

Tab. 6: Varianzanalysentabelle

Faktoren oder Wechselwirkungen	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	x = signifikant
1 Bürste	893,26	5	178,65	2,09	
2 Proband	14976,54	17	880,97	43,05	x
3 Kiefer	547,85	1	547,85	2,37	
4 Proband/Bürste	7282,07	85	85,67	4,19	x
5 Kiefer/Bürste	130,20	5	26,04	1,27	
6 Rest	1739,46	85	20,46		

Tab. 7: Untergruppe aus Tab. 5 mit 6 ausgewählten Probanden, deren Bürstenrangfolgen sich noch am ähnlichsten verhalten.

Bürste Proband	Philips	Broxodent	Touch Tronic	Remington	Ronson	AGG
11	33 1.	39 3.	43 4.	36,5 2.	49,5 6.	47,5 5.
13	39,5 1.	48 3.	43 2.	50 4.	58,5 5.	67,5 6.
14	36 1.	47,5 2.	52 3.	55,5 5.	64 6.	54,5 4.
15	35,5 3.	32 1.	32 2.	44,5 6.	40 4.	40,5 5.
17	35,5 2.	33,5 1.	42,5 4.	45,5 5.	38,5 3.	55,5 6.
18	37 3.	32 1.	32,5 2.	48,5 6.	43 5.	39,5 4.
Rang- folge	36,08 1.	40,41 2.	40,83 3.	46,75 4.	48,9 5.	50,83 6.

Tab. 8: Vergleichsmatrix der Plaquewerte für Untergruppe
aus Tab. 7

Rangfolge	5. Ronson 48,90	4. Remington 46,75	3. Touch Tronic 40,83	2. Broxodent 40,41	1. Philips 36,08
6. AEG 50,83	1,93	4,08	10,00	10,42	14,75
5. Ronson 48,90	0	2,15	8,07	8,49	12,82
4. Remington 46,75		0	5,92	6,34	10,67
3. Touch Tronic 40,83			0	0,42	4,75
2. Broxodent 40,41				0	4,33

Tab. 9: Vergleichsmatrix der OK - Plaquemittelwerte für die
el. ZB. 1 - 6 (Werte aus Tab. 3)

Rangfolge	5. Ronson	4. Remington	3. Touch Tronic	2. Broxodent	1. Philips
	43,67	43,06	42,89	41,33	40,17
6. AEG 45,61	1,94	2,55	2,72	4,28	5,44
5. Ronson 43,67	0	0,61	0,78	2,34	3,50
4. Remington 43,06		0	0,17	1,73	2,89
3. Touch Tronic 42,89			0	1,56	2,72
2. Broxodent 41,33				0	1,16

Tab. 10: Vergleichsmatrix der UK - Plaquemittelwerte für
die el. ZB. 1 - 6 (Werte aus Tab. 4)

Rangfolge	5. Remington	4. Ronson	3. Touch Tronic	2. Philips	1. Broxodont
	47,67	47,44	47,33	43,72	41,33
6. AEG 48,33	0,66	0,89	1,00	4,61	7,00
5. Remington 47,67	0	0,23	0,34	3,95	6,34
4. Ronson 47,44		0	0,11	3,72	6,11
3. Touch Tronic 47,33			0	3,61	6,00
2. Philips 43,72				0	2,39

Tab. 11: Vergleichsmatrix der Plaquemittelwerte
(Werte aus Tab. 5, beide Kiefer)

Rangfolge	5. Ronson 45,56	4. Remington 45,36	3. Touch Tronic 45,11	2. Philips 41,94	1. Broxodent 41,33
6. AEG 46,97	1,41	1,61	1,86	5,03	5,64
5. Ronson 45,56	0	0,20	0,45	3,62	4,23
4. Remington 45,36		0	0,25	3,42	4,03
3. Touch Tronic 45,11			0	3,17	3,78
2. Philips 41,94				0	0,61

Tab. 12: Optischer Vergleich der Matrixabbildungen von einer Probandenauswahl aus Tab. 5, deren Bürstenrangfolgen untereinander ähnlich sind, einschließlich der Untergruppe, Tab. 7.

		Philips	Broxodent	Touch Tronic	Remington	Ronson
		5.	4.	3.	2.	1.
AEG	6.					
Ronson	5.	0				
Remington	4.	\	0			
Touch Tronic	3.	\	\	0		
Broxodent	2.	\	\	\	0	

Bürstenrangfolge und Matrix, entsprechend der Tab. 8, die zum optischen Vergleich für alle folgenden Matrixen zur Ausrichtung übernommen wurde.

	5.	4.	3.	2.	1.
6.					
5.	0				
4.	\	0			
3.	\	\	0		
2.	\	\	\	0	

Prob. 7
Diff.: 1.-6.=
18

	5.	4.	3.	2.	1.
6.					
5.	0				
4.	\	0			
3.	\	\	0		
2.	\	\	\	0	

Prob. 13
Diff.: 1.-6.=28
(=Signifikant,
da über
 $d_{krit} = 22,39$)

	5.	4.	3.	2.	1.
6.					
5.	0				
4.	\	0			
3.	\	\	0		
2.	\	\	\	0	

Prob. 17
Diff.: 1.-6.=
22

	5.	4.	3.	2.	1.
6.					
5.	0				
4.	\	0			
3.	\	\	0		
2.	\	\	\	0	

Prob. 11
Diff.: 1.-6.=
16,5

	5.	4.	3.	2.	1.
6.					
5.	0				
4.	\	0			
3.	\	\	0		
2.	\	\	\	0	

Prob. 8
Diff.: 1.-6.=
7

	5.	4.	3.	2.	1.
6.					
5.	0				
4.	\	0			
3.	\	\	0		
2.	\	\	\	0	

Prob. 14
Diff.: 1.-6.=28
(=Signifikant,
da über
 $d_{krit} = 22,39$)

	5.	4.	3.	2.	1.
6.					
5.	0				
4.	\	0			
3.	\	\	0		
2.	\	\	\	0	

Prob. 10
Diff.: 1.-6.=
16

	5.	4.	3.	2.	1.
6.					
5.	0				
4.	\	0			
3.	\	\	0		
2.	\	\	\	0	

Prob. 15
Diff.: 1.-6.=
16

Die schwarzen Kästchen markieren in den Matrixabbildungen die größten Differenzen, die bei dieser Probandenauswahl immer 1. Philips u. 2. Broxodent als die besten el. Zahnbürsten verdeutlichen, entsprechend den klinischen Ergebnissen.

Tab. 13: Gegenüberstellung der 1. Werte (AK) vor dem ganzen Test und der letzten Werte (U) nach Rückgabe der letzten Testbürsten, für beide Kiefer.

Proband	AK = 1. Wert	U = letzter Wert	Differenz
1	29,5	29,5	+ 0
2	50,5	68,5	- 18
3	34	33	+ 1
4	28	29,5	+ 1,5
5	38,5	37,5	+ 1
6	59,5	63,5	- 4
7	43,5	42,5	+ 1
8	50,5	45	+ 5,5
9	51,5	53	- 1,5
10	28,5	32,5	- 4
11	31	33	- 2
12	71	35,5	+ 25,5
13	45,5	48,5	- 3
14	54,5	47,5	+ 7
15	40,5	35,5	+ 5
16	42	48,5	- 6,5
17	42	35,5	+ 7,5
18	36	32,5	+ 3,5
Mittel - wert	43,14	41,72	+ 1,42

Tab. 14: Antworten zu Fragebogen von Abb. 10
Die Zahlen sind Mengenangaben der
Antworten

Frage in Kurzform:	Antworten von 18 Probanden:						
1. Unangenehmste Untersuchungsmethode	Plaqueanfärbung 9 Sulcus fluid 4 PMA 1 unentschieden 4						
2. Lebensgewohnheiten ändern müssen	Ja 5	Nein 13					
3. Putzgewohnheiten geändert	Ja 5	Nein 13					
4. Dauert el.Z.Bürsten länger als mit HZB.	länger 7	gleich 11	kürzer 0				
5. Macht mehr Spaß als mit HZB	el. ZB. 11	HZB 2	gleich 5				
6. Massage der el.ZB. feststellbar	Ja 15	Nein 2	unentsch. 1				
7. Reinigt el.ZB. besser als HZB	Ja 11	Nein 5	gleich 2				
8. Verstärkt el.ZB.Z.-fleischbluten	Ja 1	Nein 16	unentsch. 1				
9. Einstellung zur el.ZB.	posotiv 14	negativ 1	gleich 3				
Frage:	Bürste: Touch Tronic	Broxo- dent	Philips	Ron- son	AEG	Reming- ton	unent- sch.
10. Welche reinigt am besten u. schnellsten	9	6	1	2	-	-	-
11. Verstärkt Zahnfleischbluten	-	-	-	3	-	-	15
12. hat stärksten Motor	6	4	1	6	-	-	1
13. die handlichste	-	12	1	2	1	1	1
14. die bequemste	5	1	4	2	3	1	2
15. hat die angenehmste Bürste	7	4	3	2	-	2	-
16. hat technische Mängel	3	1	2	5	-	2	5
17. hat beste Verarbeitung	7	6	-	-	2	1	2
18. würden Sie kaufen	7	7	2	1	-	-	1

3.3. Literaturverzeichnis

- (1) Blend a med-Forschung: Technische Merkmale elektrischer Zahnbürsten (MS). Blendax Werke, Mainz.
- (2) Busch, W., W. Götze und G. Busch : Parodontopathien bei Diabetis mellitus unter Berücksichtigung des Mundhygieneindex. Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 259-262 (1973).
- (3) Chaikin, B. S., u.a. : Comparative Cleansing Efficiency of Power-Driven and Conventional Toothbrushes: I.) Effect in Uninstructed Patients. Periodontics 3, 200-202 (1965).
- (4) Chaikin, B. S., u.a. : Comparative Cleansing Efficiency of Power-Driven and Conventional Toothbrushes: II.) Effect in Uninstructed Patients. Intern. Ass. for Dent. Res. 43rd General Meeting, 1965.
- (5) Derbyshire, J. C. and S. M. Mankodi : Cleansing Effectiveness of Conventional and Electric Toothbrushes: A Clinical Comparison. J. Amer. Dent. Ass. 69, 317-320 (1964).
- (6) Eisele, G. J. : Plaquesbildung in Zahnfleisch-taschen. Med. Diss., Mainz 1971.
- (7) Elliot, J. R., u.a. : A Comparison of Selected Oral Hygiene Devices in Dental Plaque Removal. J. Periodont. 4, 217-220 (1972).

- (8) Gäbert, C. : Experimentell vergleichende Untersuchungen der Wirkung von 6 verschiedenen Fabrikaten elektromechanischer Zahnbürsten auf das Parodontium. Med. Diss., Mainz 1974.
- (9) Glavind, L. und
N. P. Lang : Zur Diagnostik der Plaque. Dtsch. zahn-
ärztl. Z. 28, 123-123 (1973).
- (10) Götze, W. und
W. Mayer : Untersuchungen über die elektrische
Zahnbürste Broxodent. Zahnärztl. Welt
18, 532-534 (1963).
- (11) Godt, H. : Vergleichende Untersuchungen über die
Reinigungs- und Massagewirkung ver-
schiedener Elektrozahnbürsten. Dtsch.
Zahnärztebl. 19, 608-614 (1964).
- (12) Greene, I.C. and
I. R. Vermillion: Oral Hygiene Index:
A Method for Cleansing Oral Hygiene
Status, J. Amer. Dent. Ass. 61,
172-179 (1960).
- (13) Gülzow, H.-J. und
G. Busse : Klinisch-experimentelle Untersuchungen
über die Wirksamkeit verschiedener
Zahnputzmethoden und Zahnputzmittel.
Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 1126-1134
(1970).
- (14) Gülzow, H.-J. und
D. W. Madraus : Vergleichende Untersuchungen über
organische Plaquebestandteile. Dtsch.
zahnärztl. Z. 28, 351-354 (1973).

- (15) Gülzow, H.-J. und
U. Seeger : Klinisch-experimentelle Untersuchungen über die Wirksamkeit elektrisch betriebener Zahnbürsten. Dtsch. zahnärztl. Z. 4, 331-336 (1965).
- (16) Harnisch, H.,
J. Gabka, H. Braun
(Hrsg.) : Handlexikon der zahnärztlichen Praxis, Bd. 11, 3. Aufl., Stuttgart 1973.
- (17) Ketterl, W. : Realisierung der parodontologischen Erkenntnisse. Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 285-289 (1973).
- (18) Ketterl, W. : Persönliche Mitteilung.
- (19) Ketterl, W. : Erfahrungsberichte über die elektrische Zahnbürste als unterstützendes Hilfsmittel zur Behandlung von Parodontopathien. Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 474-478 (1965).
- (20) Ketterl, W.,
M. Henschel und
W. Zilz : Die Beeinflussung der Kariesanfälligkeit bei Ratten durch Streptokokken-Mischvakzine. Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 344-346 (1973).
- (21) Kimmel, K. : Die automatische Zahnbürste heute. Dtsch. Zahnärztebl. 13, 421-422 (1966).
- (22) Klees, L. und
K. Klees : Über die Regenerationsfähigkeit

des Schmelzoberhäutchens. Stoma
11, 58-76 (1958).

- (23) Kocher, K.B. und P. Riethe : Über die Erzeugung von Zahnbelägen durch kohlenhydratreiche Ernährung im langfristigen Tierversuch. Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 337-342 (1973).
- (24) Lehnert, S. : Biochemische und mikrobiologische Untersuchungen über Korrelationen zwischen Speichel, Zahnbelägen und Karies. Med. Habil. Schr., Münster 1968.
- (25) Manhold, J. H. : Gingival Tissue Health with Hand and Power Brushing: A Retrospective with Corroborative Studies. J. Perodont. 38, 23-23 (1967).
- (26) Mees, G. : Kritische Betrachtungen zu den handelsüblichen deutschen Zahnbürsten. Med. Diss., Mainz 1971.
- (27) Mühlemann, H. R. : Schmelz, Pulpa und Parodont in ihrer Beziehung zum Zahnersatz. Zahnärztl. Welt 60, 573-577 (1959).
- (28) Mutschelknauß, R. : Die Klinik der marginalen Parodontopathien und ihre pathohistologischen Grundlagen. In: D. Haunfelder, u.a. (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde, Bd. I, A 14, München 1969.
- (29) Naujoks, R. : Ursachen der Zahnkaries. In: D. Haunfelder, u. a. (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde, Bd. I, A 7, München 1969.

- (30) Ohm, H.-J. und
E. Sonnabend : Elektrische Zahnbürste im praktischen Test. Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 1372-1378 (1967).
- (31) Powers, K. J.,
G. J. Tussing and
- R. E. Bradley : A Comparison of Effectiveness in Interproximal Plaque-Removal of an Electric Toothbrush and a Conventional Hand Toothbrush. Periodontics 5, 37-41 (1967).
- (32) Riethe, P. : Methoden der mechanischen Zahnreinigung und Zahnfleischmassage. Zahnärztl. Welt 63, 530-533 (1962).
- (33) Riethe, P. : Die Mundhygiene. In: D. Haunfelder, u. a. (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde. Bd. I, A 20, München 1969.
- (34) Riethe, P. : Plaque und Zahnstein in ihren Beziehungen zum marginalen Parodontium. Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 915-921 (1969).
- (35) Riethe, P. : Die Gingiva unter dem Einfluß konventioneller elektrischer Zahnbürsten. Forum Parodontologicum 1, 1-9, München 1965.
- (36) Ritsert, E. F. and
W. M. Bims : Adolescents Brush Better with an Electric Toothbrush. J. Dent. for Children, 34, 354-358 (1967).
- (37) Sauerwein, E. : Zahnerhaltungskunde. Stuttgart 1970.

- (38) Schröder, H. E. : Formation and Inhibition of Dental Calculus. Bern-Stuttgart-Wien 1965.
- (39) Schröder, H. E.,
A. Schait und
H. R. Mühlemann : Frühstadien der Zahnsteinbildung und ihre chemische Beeinflussung. Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 1606-1616 (1962).
- (40) Stegmeier, K. und
A. Kröncke : Flourid-Wirkungen auf die Passage von Kohlenhydraten durch die Zellmembran von Streptokokken. Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 343 (1973).
- (41) Stiftung Warentest, Berlin : Test: Elektrische Zahnbürsten und Mundduschen. Test 10, 515-520 (1974).
- (42) Wannenmacher, E. : Zahnerhaltungskunde. In: O. von Hofer, u. a. (Hrsg.): Lehrbuch der klinischen Zahnheilkunde. 3. Aufl. Bd. 2, Leipzig 1963.
- (43) Weber, E. : Grundriß der Biologischen Statistik. 6. Aufl., Stuttgart 1967.
- (44) Weckerle, B. : Vergleichende Untersuchungen verschiedener automatischer Zahnbürsten-Systeme im klinischen und im Laboratoriumsversuch. Zahnärztl. Rundschau 6, 224-230 (1965).
- (45) Wipfel, W. O. : Die Problematik des Plaque-Nachweises durch Fuchseinfärbung. Med. Diss., Mainz 1970.

Es ist mir eine angenehme Pflicht an dieser Stelle Herrn Professor Dr. Dr. W. Ketterl für die freundliche Überlassung des Themas und für zahlreiche Anregungen zu danken.

Weiterhin möchte ich mich bedanken bei Herrn Dr. E. Scheidt für Unterstützung und Beratung in statistischen Fragen, sowie bei meiner Kollegin Dr. Cl. Gäbert und meinem Kollegen Dr. A. Schmitt für die freundliche Assistenz.

Dankbar erweisen möchte ich mich auch der Blend a med-Forschung, Blendax Werke Mainz, für die großzügige Beschaffung und Überlassung aller elektrischer Testzahnbürsten und für die Herstellung der markenmäßig benannten Zahnpasten.

Boye Claussen

Lebenslauf

Am 18. Dez. 1943 bin ich, Boye Ferdinand Claussen, als Sohn von Professor Dr. med. Ferdinand Claussen und seiner Ehefrau Gertrud Claussen, geb. Wunsch, in Flaberg (Oberbergischer Kreis) geboren. Ich habe fünf Geschwister, darunter einen Zwilling Bruder. 1949 zogen wir nach Waldbröl, als mein Vater Chefarzt der Inneren Abteilung im Kreiskrankenhaus Waldbröl wurde. Seit 1969 wohne ich in Mainz. 1971 starb mein Vater, wohnhaft in Düsseldorf seit 1966.

Mein Ausbildungsgang:

Ostern 1950 - Ostern 1958; verschiedene Volksschulen in Waldbröl, Gierzhausen, Holpe und Wyk/Föhr,
Ostern 1958 - Ostern 1959; Mittelschulaufbauzug in Wyk/Föhr, Carl-Hunnius-Internat,
Ostern 1959 - Ostern 1962; Realschule in Wiehl, Mittl. Reife,
Ostern 1962 - Ostern 1965; Betriebsschlosser-Lehre in Lübeck,
Ostern 1965 - 1966; 1968; als Werkschüler im Gymnasium Hermann-Lietz-Internat, Schloß Bieberstein/Röhn, Abitur.

Im Wintersemester 1968/69 studierte ich Biologie, Physik, Chemie an der Universität zu Köln, nachdem ich in Zahnmedizin abgelehnt war. Zum Sommersemester 1969 immatrikulierte ich mich an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz für die Fachrichtung Zahnmedizin, und ab Sommersemester 1971 studiere ich noch Allgemeinmedizin. Am 31.3.1971 bestand ich in Mainz die Zahnärztliche Vorprüfung, am 11.4.1972 die Ärztliche Vorprüfung und am 7.9.1973 das Zahnärztliche Staatsexamen.

Seit 1. Dez. 1973 bin ich in einer Praxis in Wiesbaden als Assistent tätig. Ab November 1974 gebe ich noch Fachkundeunterricht für Zahnärzthelferinnen in einer kaufmännischen Berufsschule, Frankfurt.

